

## Guia docent

### 230563 - NLO - Òptica No Lineal

Última modificació: 19/06/2024

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona

**Unitat que imparteix:** 748 - FIS - Departament de Física.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN FOTÒNICA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2024

**Crèdits ECTS:** 3.0

**Idiomes:** Anglès

#### PROFESSORAT

**Professorat responsable:** CRINA MARIA COJOCARU

**Altres:** Primer quadrimestre:  
CRINA MARIA COJOCARU - 10  
JOSE FRANCISCO TRULL SILVESTRE - 10

#### CAPACITATS PRÈVIES

25 estudiants

#### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

##### Específiques:

CE2. Demostrar que comprèn les peculiaritats que comporta el model quàntic per a la interacció llum-matèria.

CE9. Capacitat per sintetitzar i exposar els resultats de recerca en fotònica segons els procediments i convencions de les presentacions científiques en anglès.

CE4. Demostrar que coneix els fonaments de la formació d'imatge, de la propagació de la llum a través dels diferents mitjans i de l'òptica de Fourier.

##### Genèriques:

CG1. Capacitat per a projectar, dissenyar i implantar productes, processos, serveis i instal·lacions en alguns àmbits de la fotònica com els relacionats amb l'enginyeria fotònica, la nanofotònica, l'òptica quàntica, les telecomunicacions i la biofotònica.

##### Transversals:

1. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

2. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

3. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

4. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

**Bàsiques:**

CB6. Tenir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i/o aplicació de idees, sovint en un context de recerca.

CB7. Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relatius al seu camp d'estudi.

CB10. Que els estudiants posseeixen les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

CB8. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judici.

**METODOLOGIES DOCENTS**

- Classes magistrals
- Resolució de problemes
- Aplicaciones

**OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA**

En aquest curs es donarà una visió general sobre els principis bàsics de l'òptica no lineal, especialment dels efectes no lineals de segon i tercer ordre i les seves aplicacions més importants, proporcionant un base sòlida en aquest camp. A partir de les equacions bàsiques que regulen diversos processos no lineals, es discutiran les solucions detallades i aproximacions. A continuació, s'estendrà a sistemes més complexos, interaccions i aplicacions dels efectes no lineals. L'última part del curs té com a objectiu proporcionar una visió general dels últims avenços i estat de actual de les principals aplicacions en aquest camp.

**HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT**

| Tipus                      | Hores | Percentatge |
|----------------------------|-------|-------------|
| Hores grup gran            | 24,0  | 32.00       |
| Hores aprenentatge autònom | 51,0  | 68.00       |

**Dedicació total:** 75 h

**CONTINGUTS****1. Equacions de Maxwell i la polarització****Descripció:**

1.1 Equacions de Maxwell.

1.2 La polarització i la susceptibilitat: Model de Lorentz per als càrrecs estàtiques, índex de refracció, model hidrodinàmic d'electrons lliures.

**Dedicació:** 1h

Grup gran/Teoria: 1h

## 2. L'òptica dels cristalls

### Descripció:

- 2.1 Equacions de Maxwell i les relacions materials de cristalls birrefringents.
- 2.2 Modes normals de propagació en els cristalls.
- 2.3 Propagació de les ones ordinària i extraordinària en els cristalls.

**Dedicació:** 1h

Grup gran/Teoria: 1h

## 3. Polarització no lineal

### Descripció:

- 3.1 Polarització no lineal.
- 3.2 Derivació clàssica de la susceptibilitat no lineal: interaccions de segon i tercer ordre.
- 3.3 Simetries de la susceptibilitat no lineal.
- 3.4 Coeficient no lineal efectiu.

**Dedicació:** 1h

Grup gran/Teoria: 1h

## 4. Equacions d'ona no lineals

### Descripció:

- 4.1 Equacions d'ona per l'òptica no lineal.
- 4.2 Teoria acoblada per ones planes: aproximació a l'ona plana quasi-monocromàtica, aproximació de la separació de freqüències, aproximació de l'amplitud de variació lenta.
- 4.3 Energia i les relacions de fase en òptica no lineal.

**Dedicació:** 1h

Grup gran/Teoria: 1h

## 5. Efectes no lineals de segon ordre (aproximació de l'ona plana)

### Descripció:

- 5.1 Descripció general dels processos de segon ordre.
- 5.2 Equacions d'ona d'acoblades per a la generació de freqüència suma: equacions acoblades per l'amplitud, solució per les ones d'entrada no afeblides, consideracions per el phase-matching, relacions de Manly-Rowe, cas d'un feix d'entrada afeblit.
- 5.3 Generació del segon harmònic: tècniques de phase-matching, materials diferents pel SHG, aplicacions.
- 5.4 Generació de freqüència diferència i amplificació paramètrica (OPA).
- 5.5 Oscil·ladors òptics paramètric (OPO).

**Dedicació:** 8h

Grup gran/Teoria: 8h

## 6. Efectes no lineals de tercer ordre (aproximació de l'ona plana)

### Descripció:

- 6.1 Generació del tercer harmònic i efecte Kerr òptic
- 6.2 Modulació de fase pròpia i creuada
- 6.3 Barreja de quatre ones: teoria acoblada per la barreja de tres ones i generació del tercer harmònic.
- 6.4 Conjugació de la fase òptica.

### Dedicació: 4h

Grup gran/Teoria: 4h

## 7. Òptica no lineal amb feixos i polsos.

### Descripció:

- 7.1 Equacions bàsiques per a feixos i polsos.
- 7.2 Interaccions no lineals en els medis Kerr: modulació pròpia de la fase, auto-enfocament, filamentació i solitons òptics.
- 7.3 Processos paramètrics en els medis quadràtics.
- 7.4 Caracterització de polsos curts.

### Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 3h

## 8. Dispersió i absorció no lineal de la llum

### Descripció:

- 8.1 Dispersió de llum.
- 8.2 Dispersió de Brillouin.
- 8.3 Dispersió Raman.
- 8.4 Absorció de dos fotons.

### Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Examen escrit (60%) ( setmana d'exàmens)
- Tasques: resolució d'exercicis i problemes (40%) (es lliuran al llarg del curs)

## BIBLIOGRAFIA

### Bàsica:

- Boyd, R. Nonlinear optics [en línia]. 3rd. Boston: Academic Press, 2008 [Consulta: 27/05/2016]. Disponible a: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780123694706>. ISBN 9780123694706.
- Yariv, A. Quantum electronics. 3rd. John Wiley and Sons, 1989. ISBN 9780471609971.
- Akhmanov, S. A; Nikitin, S. Y. Physical optics. Oxford University Press, 1997. ISBN 0198517955.
- Saleh, B.E.A.; Teich, M.C. Fundamentals of photonics. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2019. ISBN 9781119506874.

### Complementària:

- Shen, Y.R. The Principles of nonlinear optics. New York: John Wiley, 1984. ISBN 0471889989.
- Moloney, J.V.; Newell, A.C. Nonlinear optics. Boulder: Westview Press, 2004. ISBN 0813341183.

## RECURSOS

---

### **Altres recursos:**

Material específic disponible al curs virtual de ATENEA: transparencias, collecció de problemas, articles científics de referencia, etc.